

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 476 898

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 03978

(54) Bobinage électromagnétique comportant des éléments discrets et dispositif d'alimentation électrique comportant de tels bobinages.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). H 01 F 27/28, 19/04; H 02 M 3/335; H 05 K 1/16.

(22) Date de dépôt..... 22 février 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 35 du 28-8-1981.

(71) Déposant : Société dite : SOCIÉTÉ EUROPÉENNE DE MINI-INFORMATIQUE ET DE SYSTÈMES, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Jean Gadreau.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Michel Pierre, Thomson-CSF-SCPI,
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

La présente invention a pour objet un bobinage électromagnétique comportant un empilement d'éléments discrets, destiné à constituer notamment une inductance ou un transformateur. Elle a également pour
5 objet un dispositif d'alimentation électrique utilisant ce bobinage.

Certaines applications des bobinages électromagnétiques posent des problèmes particuliers, telles que les transformateurs destinés aux alimentations à découpage fonctionnant à fréquence élevée (comprise par
10 exemple entre 16 KHz et 1 MHz) qui doivent notamment présenter une inductance de fuite particulièrement faible, en plus des problèmes classiques de prix de revient. Pour répondre à ces exigences, différentes
15 solutions sont connues parmi lesquelles on peut citer :

- le fait de fractionner les enroulements primaire et secondaire et de les intercaler, le bobinage lui-même étant réalisé de façon classique ; ce procédé
20 est limité au cas où le nombre de spires de l'enroulement primaire ou de l'enroulement secondaire est supérieur à 1, ce qui n'est pas vérifié lorsque la fréquence de travail est élevée ; par ailleurs la multiplicité des enroulements secondaires complique
25 la réalisation pratique du dispositif, du fait de l'augmentation du nombre de sorties ; de plus ces sorties se font parallèlement à l'axe du noyau de l'enroulement, ce qui contribue à éloigner du centre les couches extérieures qui seront donc mal couplées
30 aux couches intérieures, et qui conduit à un accroissement de l'inductance de fuite ; enfin, à fréquence

élevée, les pertes par effet de peau conduisent à diviser la section des conducteurs et à prévoir des enroulements en parallèle, ce qui augmente la difficulté de réalisation et l'encombrement du dispositif

5 résultant ;

- la réalisation d'un transformateur à l'aide d'un tore de ferrite sur lequel l'enroulement primaire est bobiné de façon conventionnelle et l'enroulement secondaire est constitué par une feuille métallique (feuillard) dans laquelle on a découpé des fenêtres et à laquelle on donne la forme du tore afin de l'appliquer sur ce dernier ; cette solution présente différents inconvénients, notamment la difficulté de réaliser un écran électrostatique efficace entre pri-
10 maire et secondaire, l'impossibilité de réaliser plusieurs enroulements secondaires couplés de façon satisfaisante, et une grande complexité de réalisation nécessitant un outillage coûteux ;
- le bobinage d'un câble coaxial autour d'un circuit magnétique en ferrite classique, l'enroulement pri-
20 maire du transformateur étant constitué par le conducteur central du câble coaxial et l'enroulement secondaire, qui ne comporte alors qu'une seule spire, étant réalisé par le conducteur extérieur auquel on
25 fait subir une interruption tout le long d'une génératrice du cylindre formé par le bobinage : on obtient ainsi n spires secondaires que l'on connecte en parallèle afin d'obtenir une spire unique fortement couplée avec l'enroulement primaire ; cette solution
30 présente également de nombreux inconvénients, parmi lesquels un très faible taux de remplissage de la fenêtre du circuit magnétique du fait de la raideur et de la constitution d'un câble coaxial, l'impossibilité d'insérer un écran électrostatique entre pri-
35 maire et secondaire lorsqu'on utilise un câble coaxial

disponible commercialement, et la limitation pour le secondaire à une seule spire.

La présente invention a pour objet un bobinage électromagnétique comportant un empilement d'éléments
5 représentant chacun une ou plusieurs spires du bobinage, autour d'un circuit magnétique, cet empilement étant réalisable de façon simple et permettant de constituer une inductance ou un transformateur présentant une faible inductance de fuite. Plus précisément,
10 ment, chacun de ces éléments consiste en une spire plate ou, dans une variante, plusieurs spires plates concentriques, réalisées dans un métal conducteur, comportant un trou central permettant leur empilement de façon coaxiale sur un circuit magnétique, et deux
15 languettes formant une excroissance vers l'extérieur de l'empilement, permettant de réaliser de façon simple la connexion électrique en parallèle ou en série des éléments.

L'invention a également pour objet un dispositif
20 d'alimentation électrique utilisant ce bobinage.

D'autres objets, caractéristiques et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante et des dessins annexés, qui représentent :

- la figure 1, un premier mode de réalisation des
25 éléments selon l'invention ;
- la figure 2, un deuxième mode de réalisation des éléments selon l'invention ;
- la figure 3, l'illustration d'un mode d'empilement sur un circuit magnétique des éléments décrits figures 1 et 2 ;
30
- la figure 4, a et b, une pièce permettant la mise en série d'empilements d'éléments tels que représentés figure 3 ;
- la figure 5, un troisième mode de réalisation des
35 éléments selon l'invention, permettant la mise en

série d'empilements d'éléments tels qu'illustrés figure 3 ;

- la figure 6, a et b, un quatrième mode de réalisation des éléments selon l'invention, dans lequel
- 5 chaque élément comporte plusieurs spires coplanaires ;
- la figure 7, un cinquième mode de réalisation des éléments selon l'invention ;
- la figure 8, un mode de réalisation d'un écran électrostatique utilisé dans des bobinages réalisés à
- 10 l'aide des éléments décrits figure 1 ou figure 2 ;
- la figure 9, une variante de l'écran décrit figure 8 ;
- la figure 10, un mode de réalisation d'écran électrostatique utilisé dans des bobinages réalisés à l'aide
- 15 des éléments décrits figure 7 ;
- la figure 11, a à d, un exemple d'application des éléments selon l'invention à la réalisation d'un transformateur d'alimentation à découpage.

La figure 1 représente un premier mode de réalisation de l'élément selon l'invention, vu de face, sur le schéma a, destiné à un circuit magnétique de type "E", à jambes rectangulaires.

Cet élément se présente sous forme d'une spire 2 plate, c'est-à-dire dont l'épaisseur est faible devant la largeur, réalisée dans un matériau conducteur de l'électricité par des moyens mécaniques, chimiques, électrolytiques, optiques ou tout autre moyen connu de découpe, gravure, dépôt ou moulage. Cette spire est de forme généralement rectangulaire ou carrée, comportant

30 en son centre une ouverture destinée à recevoir une partie 12 d'un circuit magnétique. La spire 2 n'est pas fermée et comporte deux languettes de connexion 21 et 22, séparées par un espace 26 dont la largeur doit être aussi faible que possible pour limiter l'inductance de

35 fuite, se prolongeant vers l'extérieur de la spire.

La spire 2 est de préférence isolée électriquement sur toutes ses faces, y compris les tranches, soit par un revêtement, soit par un traitement de surface, en épargnant sur chacune des languettes 21 et 22 une zone extrême destinée à assurer la connexion électrique avec d'autres spires (23 et 24 respectivement). Ces dernières zones comportent de plus chacune à leur extrémité une encoche ou un perçage 25, destiné à faciliter les connexions électriques.

10 A titre d'exemple, si l'on définit deux axes OX et OY respectivement parallèles aux côtés de la spire 2, les languettes 21 et 22 s'étendent sur la figure selon la direction OY, la languette 21 se trouvant dans le prolongement d'un côté parallèle à OY ; dans
15 ce cas, le circuit magnétique recevant un empilement d'éléments tels que 2, repéré 1 sur la figure, s'étend alors selon la direction OX et il est constitué, vu en coupe sur la figure 1a, de trois parties : une première partie 12 venant s'insérer dans l'ouverture de
20 la spire, et deux parties repérées respectivement 11 et 13 venant se placer de part et d'autre de la spire dans la direction OX.

Le schéma b de la figure 1 représente la spire 2 vue de dessus, où l'on retrouve les languettes 21 et
25 22 et les encoches 25, séparées par la zone d'isolement 26.

L'épaisseur e de cette spire doit être faible par rapport à sa largeur ; elle est fonction du courant efficace traversant la spire et de l'effet de peau qui
30 apparaît à la fréquence d'utilisation du dispositif.

La figure 2 représente un deuxième mode de réalisation de l'élément selon l'invention.

L'élément, repéré 3, est encore constitué par une spire plate ayant la même forme générale que la spire
35 décrite figure 1, sauf en ce qui concerne la disposi-

tion des languettes permettant l'interconnexion des spires : en effet, celles-ci ne sont plus dans le prolongement d'un des côtés de la spire mais sensiblement au milieu d'un côté et portent maintenant les références 31 et 32 ; elles sont séparées par un espacement 36. Comme précédemment, l'extrémité des languettes comporte des zones de connexion 23 et 24, elles-mêmes portant chacune une encoche ou un perçage 25.

Comme précédemment également, le circuit magnétique sur lequel l'élément 2 peut être placé est logé dans l'ouverture centrale de la spire et de part et d'autre de la spire, sur des côtés qui ne portent pas les languettes 31 et 32.

La figure 3 représente un mode de réalisation d'un empilement d'éléments 2 et 3 tels que décrits figures 1 et 2, visant la mise en série des spires.

Sur cette figure, on a représenté un circuit magnétique 1 comportant un noyau central 12 et les deux parties latérales 11 et 13, se refermant par des parties frontales et arrières 14 et 15. Sur ce circuit magnétique sont empilés des groupes de quatre éléments tels que décrits figures 1 et 2, un seul de ces groupes étant représenté sur la figure pour plus de clarté.

Le groupe est constitué successivement par : un élément 2 tel que décrit figure 1, comportant les languettes 21 et 22, derrière lequel est placé un élément 3 tel que décrit figure 2 de telle sorte que la languette 31 de l'élément 3 vienne se placer derrière la languette 22 de l'élément 2 ; un second élément 3 retourné, c'est-à-dire placé de telle sorte que la languette 32 du troisième élément vienne se placer derrière la languette 32 du second élément, et enfin un élément 2 tel que décrit figure 1, également retourné pour que sa languette 22 vienne se placer derrière la languette 31 de l'élément précédent. Il apparaît que pour réaliser

un tel empilement à quatre éléments, les languettes 21, 22, 31 et 32 doivent être de préférence de même largeur, égales à environ $1/5$ de la longueur du côté des éléments, ceux-ci étant de préférence identiques, 5 sauf en ce qui concerne les languettes de connexion.

Les connexions électriques entre les différents éléments se font alors par simple apport de soudure entre les languettes placées l'une contre l'autre, par exemple les languettes 22 et 31 des premier et deuxième 10 éléments décrits.

La mise en parallèle des spires, non représentée, est réalisée par juxtaposition d'éléments identiques, tels que 2 ou 3, et la connexion électrique entre les éléments se fait de façon analogue, par simple apport 15 de soudure entre les languettes placées l'une contre l'autre.

Sur la figure 3, on a également représenté un élément 4, permettant la mise en série de groupes de spires, décrit plus en détails figure 4, a et b.

20 La figure 4a représente la pièce 4 ayant la forme d'un U, comportant une partie horizontale 41 et deux languettes verticales 42 et 43 venant se placer sur les languettes extrêmes des deux empilements à interconnecter (languettes 21 sur la figure 3). Les parties ver- 25 ticales 42 et 43 comportent de préférence à leur extrémité des encoches ou des perçages 44 analogues aux encoches 25 des spires elles-mêmes.

Pour permettre un montage plus facile et l'interposition de pièces (écran, isolants, fractions d'enrou- 30 lement) entre chaque groupe de spires, l'élément 4 peut être plié selon des axes verticaux 45 et 46, comme représenté sur la figure 4b, de façon que les parties verticales 42 et 43 restent dans deux plans parallèles.

La figure 5 représente un autre mode de réalisation 35 tion de la mise en série de groupes d'éléments tels que

représentés figure 3, utilisant deux éléments spécifiques, 5 et 50, constituant chacun une spire.

L'élément 5 représenté sur la figure est donc constitué par une spire conductrice sensiblement rectangulaire, analogue aux spires décrites figures 1 et 2, comportant une languette de connexion 51 placée dans le prolongement de l'un des côtés, cette spire comportant une zone de séparation 56. La spire 5 est, comme précédemment, recouverte d'isolant électrique sauf en des zones de connexion situées, l'une, à l'extrémité 53 de la languette 51, sur ses deux faces et l'autre, à l'autre extrémité de la spire, repérée 54, sur l'une de ses faces ; dans l'exemple de la figure, la zone conductrice 54 est située sur la face non visible de la spire. La zone de connexion 53 comporte une encoche ou un perçage 55.

La connexion de deux groupes d'éléments tels que représentés figure 3 se fait à l'aide de deux éléments identiques à 5, le deuxième élément étant représenté sur la figure sous le repère 50. Cet élément 50 est identique à l'élément 5 mais retourné de telle sorte que sa languette de connexion, repérée 57, dépasse de la spire sur le même côté que la languette 51 de l'élément 5, mais à l'autre angle de la spire. L'autre extrémité de la spire 50 est repérée 58.

Chacun des éléments, 5 et 50, est respectivement connecté aux groupes à relier en série par les zones de connexion 53, la connexion se faisant comme précédemment par exemple par dépôt de soudure dans les encoches 55. Les fractions de spires, repérées 59 sur la figure, situées entre les zones 54 et 58 se trouvent donc connectées en parallèle, ce qui permet une diminution des pertes par effet Joule.

Ce mode de connexion utilise donc deux éléments indépendants et identiques, 5 et 50. Une variante de

réalisation consiste à utiliser un circuit imprimé souple double face, l'élément 5 étant réalisé sur l'une des faces et l'élément 50 sur l'autre des faces, les zones 53, 54 et 58 étant remplacées par des trous métallisés assurant la liaison entre les deux faces. Le choix entre ces deux modes de réalisation est fonction de l'intensité du courant devant circuler dans ces spires, l'intensité admissible étant plus grande dans le cas de deux éléments indépendants, et fonction de l'épaisseur de ces éléments.

On a décrit ci-dessus la mise en série de groupes de spires à l'aide d'éléments spécifiques (4, 5, 50). Bien entendu, cette mise en série peut également être réalisée à l'aide d'un conducteur souple, isolé, qui relie les extrémités de chaque groupe.

Il apparaît que, dans ces différents modes de réalisation, les connexions entre spires sont aisées à réaliser et ne conduisent pas, comme dans certains dispositifs de l'art antérieur, à éloigner du circuit magnétique les parties actives des spires.

La figure 6 représente un quatrième mode de réalisation des éléments de bobinage selon l'invention, dans lequel chacun des éléments comporte une pluralité de spires coaxiales et coplanaires.

Le schéma a de la figure 6 représente l'une des faces d'un circuit imprimé souple double face 60, portant trois spires repérées 64, 65 et 66, la spire la plus extérieure (64) se terminant comme dans les modes de réalisation précédents par une languette repérée 62, se prolongeant vers l'extérieur de l'enroulement, et comportant un trou métallisé 63 pour la connexion de cet élément avec l'extérieur. La spire intérieure (66) comporte à son extrémité des trous métallisés (63) permettant le passage du courant d'une face à l'autre du circuit imprimé.

10

Le schéma b de la figure 6 représente l'autre face du circuit imprimé 60, sur lequel sont réalisées par exemple deux spires, repérées 61 et 67. L'extrémité 68 de la spire intérieure 67 est placée de sorte à être en vis-à-vis de l'extrémité de la spire 66 et 5 à communiquer avec celle-ci par les trous métallisés 63. La sortie 69 de la spire extérieure 61 est située dans la même zone que la sortie 62 de la spire extérieure 64 de l'autre face mais non en vis-à-vis de cette der- 10 nière, et comporte un trou métallisé 63 pour la connexion de l'élément avec l'extérieur.

Le nombre de spires total porté par le circuit imprimé varie couramment entre 1 et 10, sans que ce dernier chiffre constitue une limite.

15 Enfin, les sorties de chaque élément peuvent être réalisées par tout moyen connu autre que des trous métallisés.

Un tel élément est particulièrement bien adapté à la réalisation d'enroulements délivrant une tension 20 élevée sous un faible courant. La faible épaisseur qu'il est possible de lui donner permet de l'intercaler facilement dans d'autres enroulements, afin d'obtenir un fort couplage des spires entre elles. Un exemple d'application typique d'un tel élément est donné ci- 25 dessous (figure 11) dans le cas d'un dispositif d'alimentation à découpage.

La figure 7 représente un autre mode de réalisation des éléments selon l'invention, destinés à être empilés sur un circuit magnétique de type "E" à jambe 30 centrale ronde.

Sur la figure, on a représenté le circuit magnétique 1 vu en coupe, comportant trois parties repérées 14, 15 et 16, la partie centrale (15) étant de section circulaire. Autour de cette partie centrale est placé 35 un élément de bobinage selon l'invention, repéré 7, en

forme de disque et comportant deux languettes (71 et 72) destinées aux connexions électriques, réalisé dans un matériau conducteur. Ces languettes, comme dans les modes de réalisation précédents, s'étendent
5 vers l'extérieur de l'empilement et comportent des zones de connexion, respectivement 73 et 74, qui comportent elles-mêmes à leur extrémité des encoches ou des perçages repérés 75. Comme précédemment, le disque 7 comporte une zone d'isolement (76) entre chaque
10 extrémité de la spire. La spire 7 est également isolée électriquement, sauf au niveau des zones de connexion 73 et 74.

L'empilement de plusieurs éléments tels que l'élément 7 qui vient d'être décrit est réalisé de façon
15 analogue aux empilements d'éléments 2 ou 3 (figures 1 et 2) : il suffit de faire coïncider l'une des zones de connexion (par exemple 73) d'un élément 7 avec l'autre des zones de connexion (74) de l'élément 7 suivant, afin d'obtenir une mise en série de deux
20 spires. Dans le cas présent, contrairement aux modes de réalisation précédents, un seul type d'élément est nécessaire, la mise en série se faisant par simple rotation d'un élément par rapport à l'autre, rotation illustrée par un angle φ sur la figure, cinq autres
25 éléments tels que 7 étant schématisés par la trace repérée 77 de leurs zones de connexion. Ceci constitue un avantage auquel s'ajoute une plus grande facilité de réalisation technologique de l'élément compensant le fait que les circuits magnétiques à jambe centrale
30 de section circulaire sont en général d'un coût plus élevé que les circuits à jambes centrales de section rectangulaire.

On a illustré à titre d'exemple la mise en série d'un groupe de six spires. La mise en série des groupes
35 de spires peut être réalisée par des moyens identiques

à ceux décrits précédemment, à savoir :

- utilisation d'un conducteur souple isolé reliant les extrémités de chaque groupe ;
- utilisation d'une pièce spécifique, analogue à celle
5 qui est décrite figure 4 mais ayant la forme d'un arc de cercle ;
- utilisation d'une spire bouclée circulaire réalisée sur un circuit imprimé souple double face ;
- utilisation d'un ensemble de deux spires bouclées
10 circulaires, formant un ensemble analogue au cas précédent.

La figure 8 représente un premier mode de réalisation d'un écran électrostatique qu'il est généralement souhaitable d'interposer entre enroulement pri-
15 maire et enroulement secondaire d'un transformateur, ce mode de réalisation correspondant aux éléments décrits figure 1 et figure 2.

Cet écran est donc constitué, de façon analogue aux éléments de la figure 1 ou de la figure 2, par une
20 spire plate de forme généralement rectangulaire, réalisée en matériau conducteur, comportant une languette 81 s'étendant vers l'extérieur de la spire dans le prolongement de l'un des côtés, destinée aux connexions électriques ; cette languette 81 se termine par une zone
25 conductrice de connexion 83 qui comporte à son extrémité une encoche ou un perçage 85. Cette spire est interrompue en un point quelconque par une zone de séparation 86. L'ensemble de la spire est isolé, de la même façon que les éléments de bobinage eux-mêmes, sauf
30 sur la zone de connexion 83.

L'épaisseur de l'écran est déterminée par la sécurité à assurer en cas de défaut d'isolement ; elle dépend du calibre et de la nature des moyens de sécurité utilisés en amont du transformateur. Une épaisseur
35 comprise entre 0,08 mm et 0,12 mm convient généralement.

La figure 9 représente une variante de réalisation d'un écran électrostatique s'appliquant encore aux éléments de bobinage décrits figures 1 et 2.

Cette variante ne diffère de l'écran de la figure 8 que par la forme adoptée pour la languette de connexion, repérée ici 82, qui n'est plus dans le prolongement de l'un des côtés mais qui fait un angle voisin de 45° avec les côtés de la spire.

Ces modes de réalisation ne sont d'ailleurs donnés qu'à titre d'exemples, d'autres positions des languettes de sortie étant possibles à condition d'être orientées vers l'extérieur du circuit magnétique et d'être compatibles avec la forme de ce circuit magnétique.

La figure 10 représente un mode de réalisation d'écran électrostatique utilisé dans des bobinages réalisés à l'aide des éléments décrits figure 7.

De façon analogue aux écrans des figures 8 et 9, l'écran de la figure 10 est une spire plate réalisée dans un matériau conducteur, identique aux éléments 7 de la figure 7 à ceci près qu'il ne comporte qu'une seule languette de connexion, repérée 91. La spire est recouverte d'un matériau isolant sauf sur une zone 93 située à l'extrémité de la languette 91, constituant une zone de connexion électrique et comportant à son extrémité une encoche ou un perçage 95. Comme précédemment, l'écran 9 comporte une zone d'isolement, repérée 96, entre chaque extrémité de la spire.

Il a donc été décrit ci-dessus plusieurs modes de réalisation des éléments selon l'invention, qui permettent la réalisation simple de bobinages avec une grande souplesse, à savoir possibilité de fractionnement et d'intercalage des enroulements et mise en série ou en parallèle des spires ; cela permet, d'une part, de minimiser l'inductance de fuite du bobinage résultant, grâce à l'amélioration du couplage entre les spires du

fait de leurs positions réciproques et du fractionnement des enroulements et, d'autre part, de minimiser l'effet de peau du fait que, à puissance transmise par le dispositif donnée, les spires peuvent être très
5 peu épaisses et connectées en parallèle.

Le bobinage selon l'invention présente en outre les avantages suivants :

- la possibilité de multiplier les écrans électrostatiques sans compliquer la fabrication ;
- 10 - un bon coefficient de remplissage de la fenêtre de circuit magnétique utilisé ;
- la réalisation du bobinage sans recours à un atelier spécialisé ;
- la réduction du temps de fabrication du bobinage,
15 donc de son coût ;
- un petit nombre d'éléments distincts, permettant une fabrication en série, donc encore une réduction du coût.

La figure 11, a à d, représente un exemple d'application des éléments selon l'invention à la réalisation
20 d'un dispositif d'alimentation électrique à découpage.

La figure 11a est le schéma électrique d'une alimentation à découpage connue de type "forward", fonctionnant par exemple à 400 KHz.

- 25 Cette alimentation comporte un transformateur T, constitué par un enroulement primaire P, un enroulement secondaire S et un enroulement d'écrêtage E. L'enroulement E est connecté entre la masse et le potentiel d'entrée de l'alimentation V_1 , par l'intermédiaire
30 d'une diode D_1 connectée dans le sens passant de l'enroulement E au potentiel V_1 ; l'enroulement P est connecté entre le potentiel V_1 et la masse, un interrupteur électronique rapide I étant interposé entre l'enroulement P et la masse. A l'une des bornes (92) de
35 l'enroulement S sont connectées en série une diode D_2 ,

dans le sens passant, et une inductance de filtrage L , le point commun de ces deux éléments étant référencé 97 et l'autre borne de l'inductance étant référencée 98 ; la tension de sortie de l'alimentation (V_2) est disponible entre l'autre borne (94) de l'enroulement secondaire S et la borne 98 ; le circuit comprend en outre une diode D_3 connectée dans le sens passant des bornes 94 à 97, et une capacité C connectée entre les bornes 94 et 98.

- 10 Le schéma de la figure 11b illustre, pour la réalisation du transformateur T , la division des différents enroulements et la façon dont ils sont intercalés.

Sur ce schéma est donc représenté un circuit magnétique 1 de type "E" à jambes rectangulaires, dont la
15 jambe centrale est repérée 12, portant : un enroulement primaire divisé en cinq parties, repérées P_1 à P_5 ; un enroulement secondaire divisé en quatre parties, repérées S_1 à S_4 , intercalées entre les cinq parties de l'enroulement primaire, l'enroulement primaire et l'en-
20 roulement secondaire étant par exemple réalisés à l'aide des éléments décrits figures 1 et 2 ; un enroulement d'écrtage réalisé par exemple à l'aide des éléments décrits figure 6, chacun de ces éléments étant intercalé au centre de chacune des cinq parties du
25 primaire, les éléments de l'enroulement d'écrtage étant repérés sur la figure E_1 , E_2 , E_3 , E_4 et E_5 , et enfin huit écrans électrostatiques, référencés C_1 à C_8 , placés aux interfaces des fractions d'enroulements primaires et secondaires.

- 30 Les schémas 11c et 11d illustrent la position relative de tous les enroulements et des écrans, respectivement vus de dessous et vus de dessus.

Sur le schéma 11c, vu de dessous, apparaissent les languettes de sortie des enroulements primaire et d'écrtage. On a représenté les extrémités (101) des lan-
35

guettes de connexion des différents éléments constituant le primaire, à savoir huit extrémités correspondant à quatre spires pour chacune des cinq parties (P_1-P_5) de l'enroulement, les languettes de connexion
 5 (105) de chacun des circuits imprimés (E_1-E_5) portant l'enroulement d'écrêtage, ainsi que les liaisons électriques :

- entre les spires primaires, référencées 102 ;
- entre les groupes $P_1...P_5$ de spires primaires, référencées 106 ;
- 10 - entre les groupes de spires de l'enroulement d'écrêtage, référencées 104.

Sur le schéma de la figure 11d, sont représentées les sorties de l'enroulement secondaire (S_1 à S_4) et
 15 des écrans électrostatiques (C_1 à C_8). Les languettes de connexion, référencées 113, de l'enroulement secondaire sont connectées entre elles (connexions 114) et les groupes de spires sont reliés entre eux sur deux bornes référencées 111 : chaque spire secondaire se
 20 trouve constituée ici par huit éléments mis en parallèle. Les languettes de connexion des écrans sont également reliées entre elles et reliées à une borne de sortie référencée 112.

Le calcul montre que si on utilise un circuit magnétique de type E 42 x 21 x 15, un enroulement d'écrêtage de 20 spires, un enroulement primaire de 20 spires et un enroulement secondaire de 2 spires, comme représenté figure 11, les différentes spires ayant même épaisseur (environ 0,4 mm, isolant compris) et
 30 avec des écrans d'environ 0,1 mm, la puissance transmise étant comprise entre 300 et 400 W, à une fréquence de 400 KHz, on obtient une inductance de fuite ramenée au primaire (le secondaire étant en court-circuit) d'environ 1,4 μ H, alors qu'un transformateur réalisé de
 35 façon classique (enroulement primaire fractionné en

deux parties disposées de part et d'autre du secondaire) sur le même circuit magnétique conduit à une inductance de fuite voisine de $3,3 \mu\text{H}$.

Enfin, de façon analogue à ce qui est illustré
5 pour le transformateur T, l'inductance L est réalisable à l'aide d'éléments tels que décrits figures 1 à 10.

RE V E N D I C A T I O N S

1. Bobinage électromagnétique comportant des éléments discrets, caractérisé par le fait qu'il comporte un empilement coaxial sur un circuit magnétique d'au moins deux de ces éléments, chacun de ces
- 5 éléments comportant au moins une spire électriquement conductrice, d'épaisseur faible devant sa largeur, comportant deux extrémités se prolongeant vers l'extérieur de la spire sous la forme de languettes, le bobinage étant réalisé par l'interconnexion des lan-
- 10 guettes.
2. Bobinage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chacun des éléments comporte un revêtement isolant sur toutes ses surfaces, excepté sur l'extrémité des languettes qui constituent des
- 15 zones de connexion, et que celles-ci sont séparées l'une de l'autre par une zone de séparation de largeur faible devant la largeur de la spire.
3. Bobinage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que chacun des éléments est constitué par une spire plate de forme extérieure sensiblement rectangulaire, l'ouverture centrale de l'élément étant également de forme sensiblement rectangulaire.
- 20
4. Bobinage selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que chacun des éléments est constitué par une spire plate de forme extérieure sensiblement circulaire, l'ouverture centrale de l'élément étant également de forme sensiblement circulaire.
- 25
5. Bobinage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les languettes sont disposées de telle sorte que, dans un empilement d'éléments, au moins une partie des languettes à connecter entre elles se trouvent en vis-à-vis.
- 30

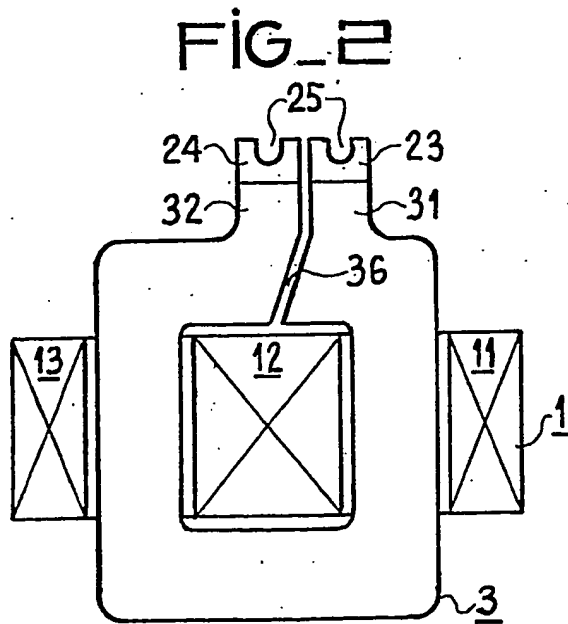
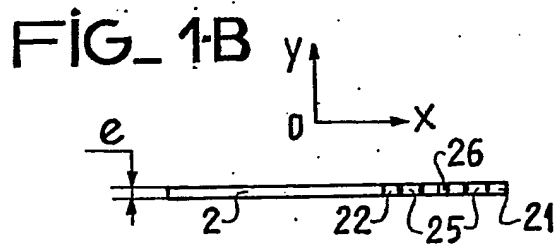
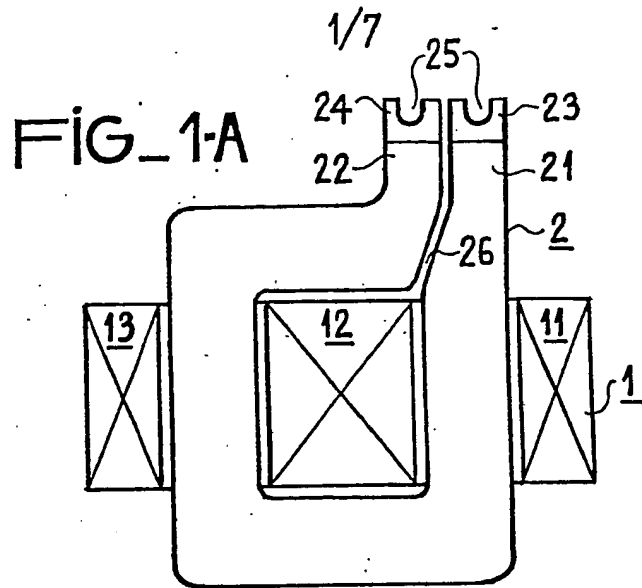
6. Bobinage selon la revendication 5, caractérisé par le fait qu'il comporte de plus des pièces conductrices assurant la connexion électrique des languettes ne se trouvant pas en vis-à-vis.

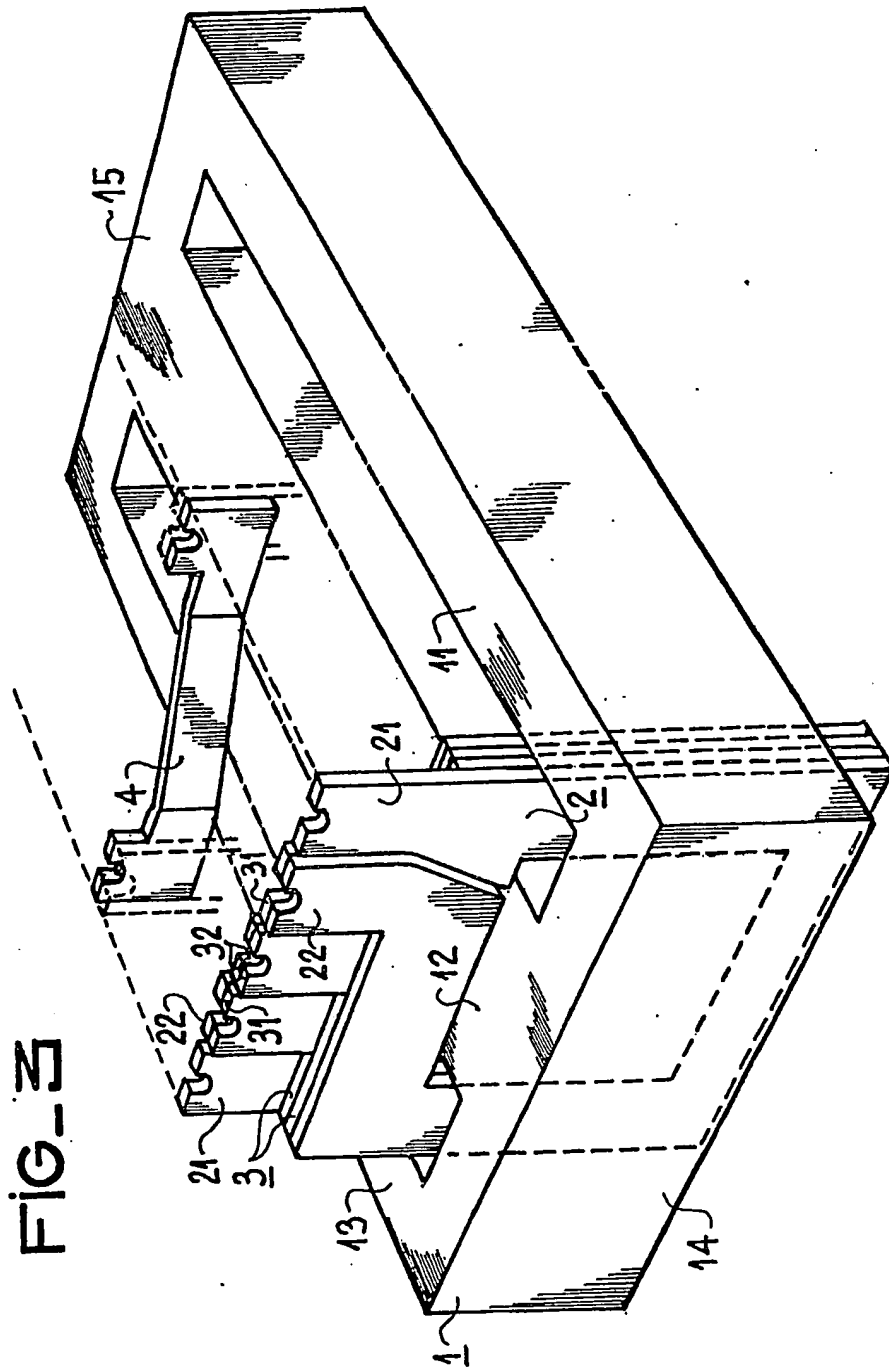
5 7. Bobinage selon la revendication 6, caractérisé par le fait que lesdites pièces sont constituées par deux spires sensiblement identiques comportant chacune deux extrémités, l'une de ces extrémités étant prolongée par une languette de connexion s'étendant
10 vers l'extérieur de la spire et connectée à l'une des languettes des éléments constituant l'empilement, l'autre des extrémités de la première desdites spires étant connectée à l'autre des extrémités de la seconde desdites spires.

15 8. Bobinage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que chacun des éléments est constitué par un circuit imprimé double face, chacune des faces portant une pluralité de spires coplanaires et coaxiales, la spire intérieure des
20 deux faces étant électriquement reliées l'une à l'autre.

9. Bobinage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte de plus des éléments conducteurs constituant des écrans électrostatiques, en forme de spire plate, comportant
25 deux extrémités, l'une de ces extrémités se prolongeant en forme de languette vers l'extérieur de la spire pour la connexion électrique de l'écran.

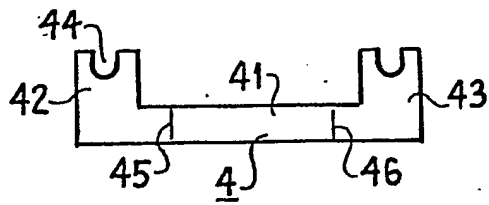
10. Dispositif d'alimentation électrique à découpage, comportant un transformateur, caractérisé par
30 le fait que les enroulements primaire et secondaire du transformateur sont constitués par des bobinages selon l'une des revendications précédentes, formant des empilements coaxiaux.



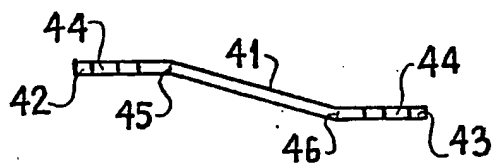


3/7

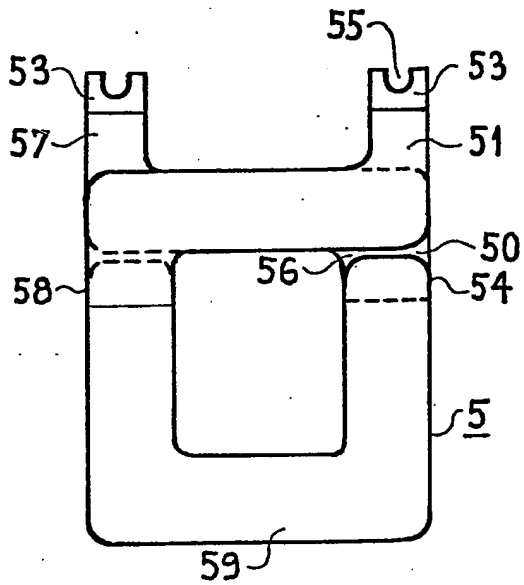
FIG_4-A



FIG_4-B



FIG_5



4/7

FIG. E-A

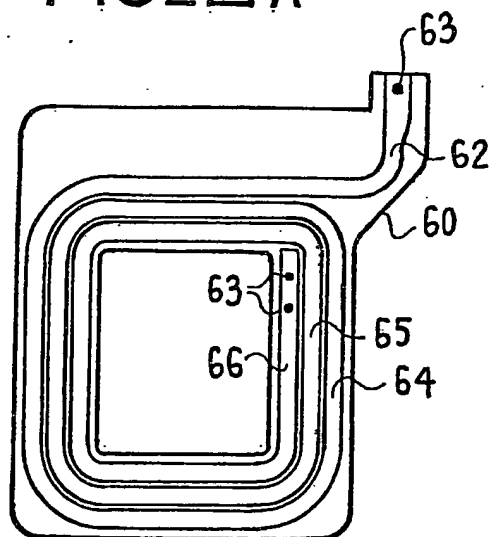
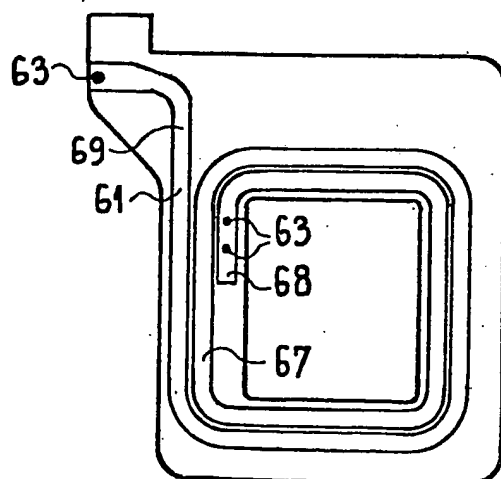
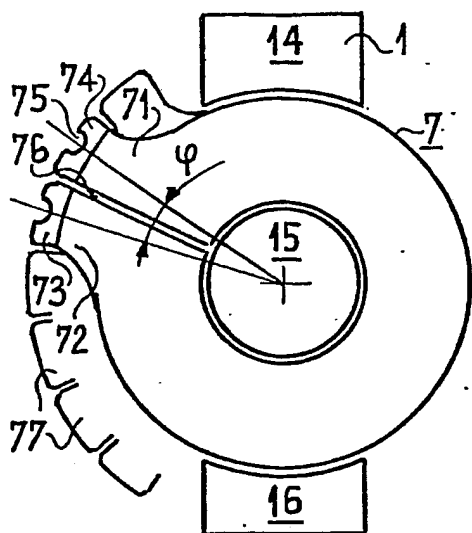


FIG. E-B

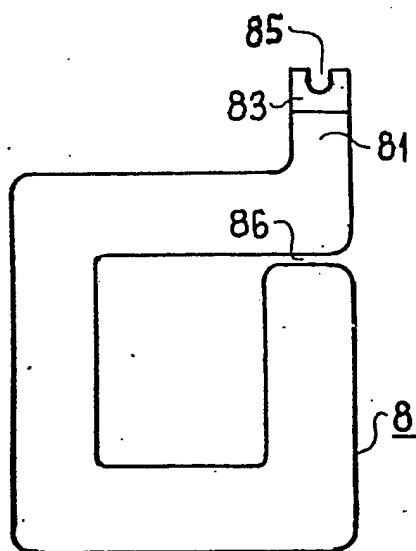


5/7

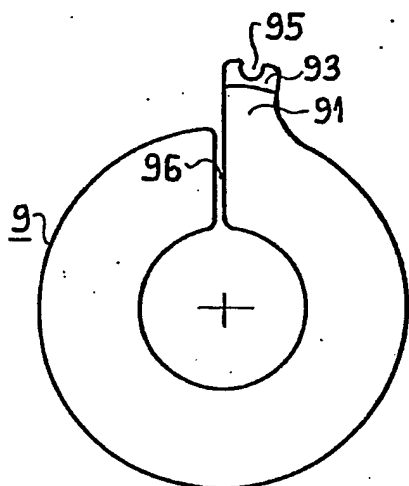
FIG_7



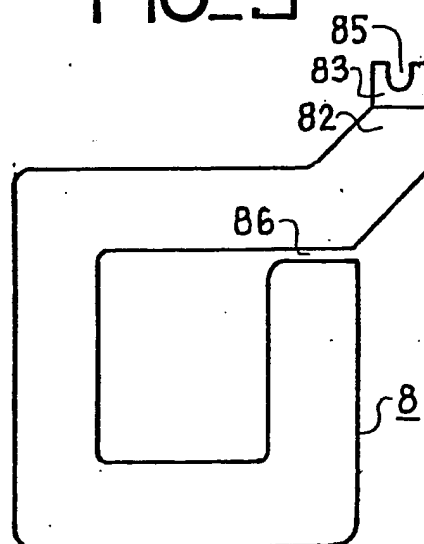
FIG_8



FIG_10



FIG_9



6/7

FIG. 11-A

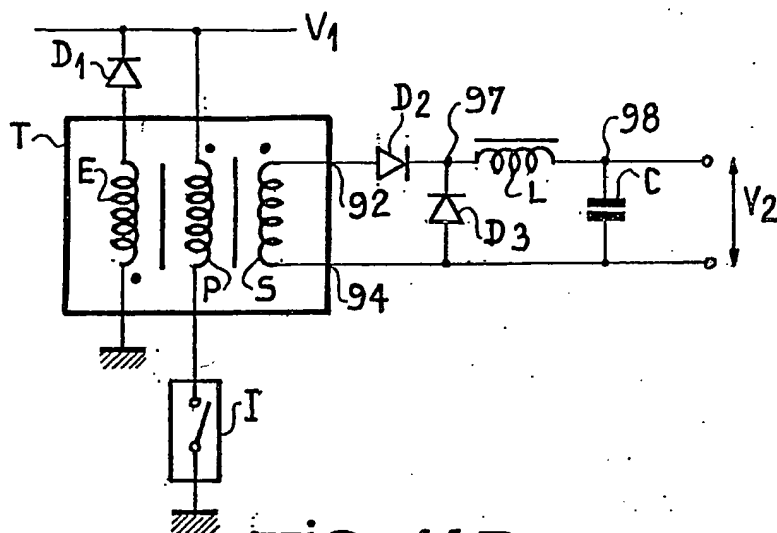
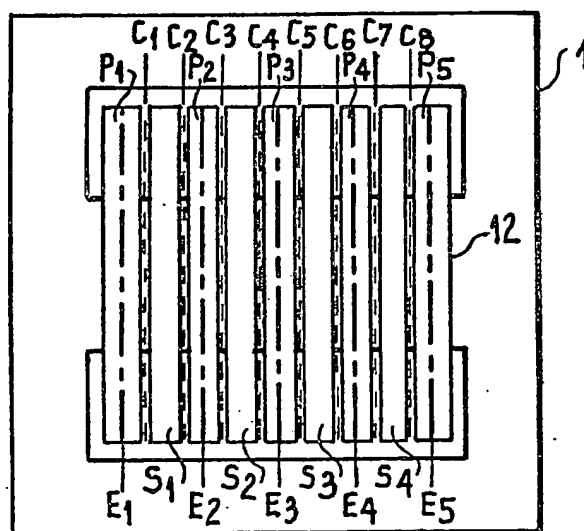
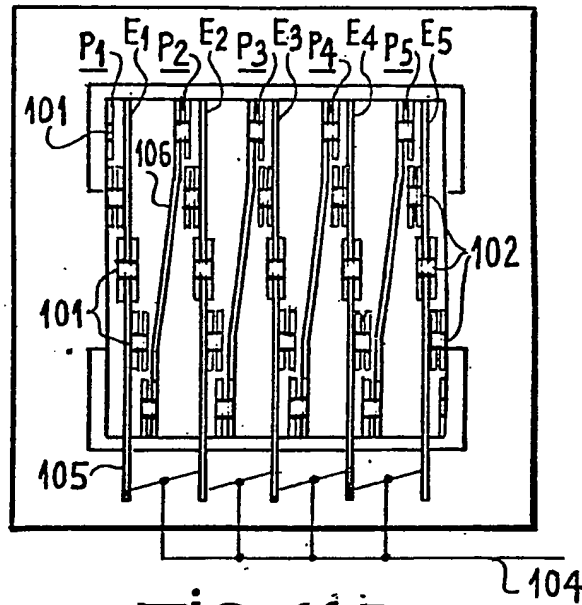


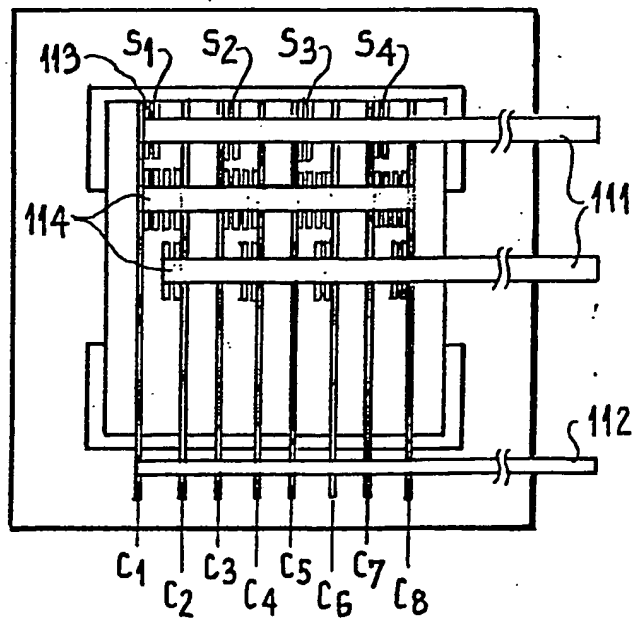
FIG. 11-B



7/7
FIG_11-C



FIG_11-D



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.